

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-170895

(43)Date of publication of application : 02.07.1996

(51)Int.Cl.

F28F 13/10

(21)Application number : 06-311550

(71)Applicant : SHARP CORP

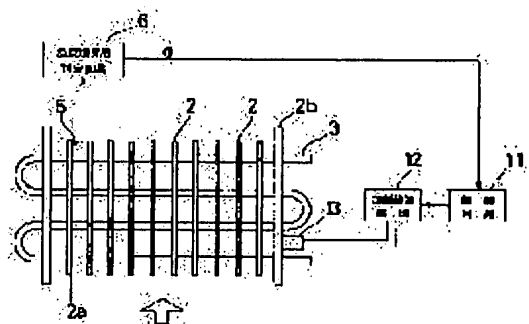
(22)Date of filing : 15.12.1994

(72)Inventor : DEGUCHI AKITERU

## (54) HEAT EXCHANGER

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To perform further efficient heat-exchange by grasping the state of a temperature boundary layer.  
**CONSTITUTION:** In a heat exchanger wherein thermal conductivity is improved by exerting vibration of fins 2, 2... and a heat-transfer pipe 3 by an exciting device 13, a heat exchanger comprises a thermistor row 5 formed in the vicinity of the surface of a fin 2a and measuring temperature distribution, a temperature boundary layer-determining circuit 6 to determine a temperature boundary layer based on temperature distribution data in the vicinity of the surface of the fin 2a measured by the thermistor row 5, and a control circuit 11 to control a vibration amount of the exciting device 13 according to the thickness of the temperature boundary determined by the circuit 6.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-170895

(43)公開日 平成8年(1996)7月2日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

F 2 8 F 13/10

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平6-311550

(22)出願日 平成6年(1994)12月15日

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72)発明者 出口 明輝

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

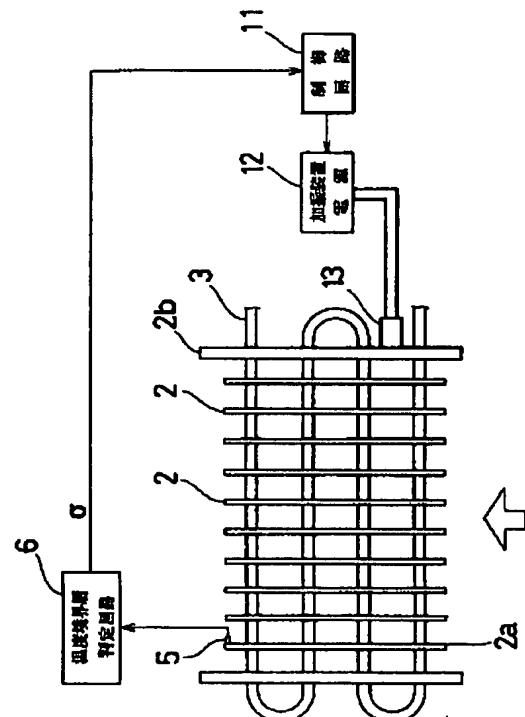
(74)代理人 弁理士 倉内 義朗

(54)【発明の名称】 熱交換器

(57)【要約】

【目的】温度境界層の状態を把握することによって、より効率的な熱交換を可能とする。

【構成】加振装置13によりフィン2、2・・・及び伝熱管3に振動を加えることによって熱伝達率を改善するものであって、フィン2aの表面近傍に形成される温度分布を測定するサーミスタ列5と、このサーミスタ列5によって測定されたフィン2aの表面近傍の温度分布データに基づいて温度境界層を判定する温度境界層判定回路6と、この温度境界層判定回路6によって判定された温度境界層の厚さに応じて加振装置13の振動量を制御する制御回路11とを備える。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 空気が流動する一定の隙間を存して平行に配置されたフィンと、このフィンを貫通して配設された内部を熱交換流体が流動する伝熱管と、これらフィン及び伝熱管を振動させるための加振装置とからなり、この加振装置により前記フィン及び伝熱管に振動を加えることによって熱伝達率を改善する熱交換器において、前記フィンの表面近傍に形成される温度分布を測定する測定手段と、

この測定手段によって測定されたフィンの表面近傍の温度分布データに基づいて温度境界層を判定する判定手段と、

この判定手段によって判定された温度境界層の厚さに応じて前記加振装置の振動量を制御する制御手段とを備えたことを特徴とする熱交換器。

【請求項 2】 前記測定手段の取り付け位置を前記フィンの風下側の任意の位置としたことを特徴とする請求項 1 記載の熱交換器。

【請求項 3】 空気が流動する一定の隙間を存して平行に配置されたフィンと、このフィンを貫通して配設された内部を熱交換流体が流動する伝熱管と、これらフィン及び伝熱管を振動させるための加振装置とからなり、この加振装置により前記フィン及び伝熱管に振動を加えることによって熱伝達率を改善する熱交換器において、前記フィンの表面近傍に形成される温度分布を測定する測定手段と、

この測定手段によって測定されたフィンの表面近傍の温度分布データに基づいて温度境界層を判定する判定手段と、

前記加振装置による前記フィンの振動強度を検出する検出手段と、

前記判定手段によって判定された温度境界層の厚さと、

前記検出手段によって検出されたフィンの振動強度とに基づいて、フィンの振動強度が温度境界層の厚さに見合った状態となるように前記加振装置の振動量を制御する制御手段とを備えたことを特徴とする熱交換器。

【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、フィンや伝熱管に振動を加えることによって熱交換効率の向上を図った熱交換器に関し、冷凍機器や空調機器等の分野において広く利用されている。

## 【0002】

【従来の技術】 従来の熱交換器の構造を図 8 に示す。この熱交換器は、空気が流動する一定の隙間を存して平行に配置された複数枚のフィン 52、52・・・と、これらフィン 52、52・・・を貫通して連続する S 字状に配設された伝熱管 53 とからなり、この伝熱管 53 内を流れる熱交換流体と、フィン 52、52・・・の隙間を流れる空気との間で、熱の伝達が行われる。そして、こ

のときフィン 52 の表面近傍には、図 9 に示すような温度境界層 54 が形成される。ただし、図中に示す白抜きの矢符は、空気の流動方向を示している。この温度境界層 54 では、熱の伝達率が低いため、境界層が薄いほど熱伝達効率が向上することになる。

【0003】 そこで、フィン近傍の空気を振動させて温度境界層を破壊、若しくは消滅させることで熱伝達の効率を改善するものとして、例えば特開昭 54-14050 号公報等が提案されている。また、フィンや伝熱管を加振装置によって振動させるものとして、例えば特開昭 48-38555 号公報、特開昭 58-95197 号公報、特開昭 61-6600 号公報等が提案されている。

【0004】 そして、加振装置を用いた上記従来技術では、熱交換器に加えられる振動は、熱交換器の環境条件に関わらず一定の強度、周波数に設定されている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、実際には熱交換器の使用される環境条件によってフィンの表面に形成される温度境界層の厚さが変化し、温度境界層を破壊するために必要なエネルギーも変化する。

【0006】 そのため、上記した従来の熱交換器では、必ずしも最適な振動がフィンや伝熱管に加えられているとは限らず、熱伝達の効率が効果的に改善されているとは必ずしも言えないといった問題があった。また、上記した従来の熱交換器では、温度境界層の状態を把握する手段がないことから、効果的な振動を加えることも困難であり、またどの程度の効果があったのかもわからない。

【0007】 本発明に係る問題点を解決すべく創案されたもので、その目的は、温度境界層の状態を把握することによって、より効率的な熱交換を可能とした熱交換器を提供することにある。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するため、本発明の請求項 1 記載の熱交換器は、空気が流動する一定の隙間を存して平行に配置されたフィンと、このフィンを貫通して配設された内部を熱交換流体が流動する伝熱管と、これらフィン及び伝熱管を振動させるための加振装置とからなり、この加振装置により前記フィン及び伝熱管に振動を加えることによって熱伝達率を改善する熱交換器に適用し、前記フィンの表面近傍に形成される温度分布を測定する測定手段と、この測定手段によって測定されたフィンの表面近傍の温度分布データに基づいて温度境界層を判定する判定手段と、この判定手段によって判定された温度境界層の厚さに応じて前記加振装置の振動量を制御する制御手段とを備えた構成とする。

【0009】 また、本発明の請求項 2 記載の熱交換器は、請求項 1 記載の熱交換器において、測定手段の取り付け位置をフィンの風下側の任意の位置としたものであ

る。

【0010】また、本発明の請求項3記載の熱交換器は、空気が流動する一定の隙間を存して平行に配置されたフィンと、このフィンを貫通して配設された内部を熱交換流体が流動する伝熱管と、これらフィン及び伝熱管を振動させるための加振装置とからなり、この加振装置により前記フィン及び伝熱管に振動を加えることによって熱伝達率を改善する熱交換器に適用し、前記フィンの表面近傍に形成される温度分布を測定する測定手段と、この測定手段によって測定されたフィンの表面近傍の温度分布データに基づいて温度境界層を判定する判定手段と、前記加振装置による前記フィンの振動強度を検出する検出手段と、前記判定手段によって判定された温度境界層の厚さと、前記検出手段によって検出されたフィンの振動強度とに基づいて、フィンの振動強度が温度境界層の厚さに見合った状態となるように前記加振装置の振動量を制御する制御手段とを備えた構成とする。

【0011】

【作用】請求項1記載の熱交換器の作用について説明する。

【0012】フィンの表面近傍に形成される温度分布を測定手段によって測定し、その温度分布データに基づいて判定手段により温度境界層の厚さを判定し、その判定された温度境界層の厚さに応じて、制御手段により加振装置の振動量を制御する。これにより、熱交換器の使用される環境条件がどのような条件であっても、熱伝達の効率が効果的に改善される。

【0013】請求項2記載の熱交換器の作用について説明する。

【0014】測定手段の取り付け位置をフィンの風下側の任意の位置とする。温度境界層の厚さは、フィンの風下部分が最大となるため、それだけ温度境界層の測定が容易となる。加えて、この部分の温度境界層にあわせた振動を加えることによって、振動による熱伝達率の改善の効果を最大にすることが可能となる。

【0015】請求項3記載の熱交換器の作用について説明する。

【0016】フィンの表面近傍に形成される温度分布を測定手段によって測定し、その温度分布データに基づいて判定手段により温度境界層の厚さを判定する。一方、温度境界層の測定と平行して、検出手段によりフィンの振動強度を検出する。制御手段では、判定手段によって判定された温度境界層の厚さと、検出手段によって検出\*

4. 64

$$\sigma_v \frac{X}{Re_x^{1/2}} : Re_x = \frac{U_s X}{\nu} \dots (1)$$

【0025】となる。ここで、 $Re_x$  はレイノルズ数である。また、温度境界層の厚さ $\sigma$ は、空気の比熱を $C_p$ 、粘性係数を $\eta$ 、熱伝導率を $\lambda$ とすると、

\*されたフィンの振動強度とに基づいて、フィンの振動強度が温度境界層の厚さに見合った状態となるように、加振装置の振動量を制御する。これにより、熱交換器の使用される環境条件がどのような条件であっても、熱伝達の効率が効果的に改善される。

【0017】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図面を参照して説明する。

【0018】図1は、本発明の熱交換器の外観構成図である。

【0019】すなわち、本発明の熱交換器は、空気が流動する一定の隙間を存して平行に配置された複数枚のフィン2、2・・・と、これらフィン2、2・・・を貫通して連続するS字状に配設された伝熱管3とで構成されている。そして、これらフィン2、2・・・のうちの任意のフィン2aに、当該フィン2aの表面近傍に形成される温度分布を測定するサーミスタ列5からなる測定手段が取り付けられるとともに、最外側のフィン2bに加振装置13が取り付けられた構成となっている。

【0020】また、サーミスタ列5の出力は、フィン2aの表面近傍の温度分布データに基づいて温度境界層を判定する温度境界層判定回路6に導かれており、温度境界層判定回路6の出力は、温度境界層の厚さに応じて加振装置13の振動量を制御する制御回路11に導かれている。また、加振装置13には、加振装置電源12から電源が供給されており、この加振装置電源12は、制御回路11の制御信号によって加振装置13に与える電流量を制御、すなわち加振装置13の振動量を制御するようになっている。また、図中に示す白抜きの矢符は、空気の流動方向を示している。

【0021】図2は、フィン2aに取り付けられたサーミスタ列5の拡大断面図を示しており、白抜きの矢符は空気の流動方向を示している。

【0022】図中に示す温度境界層4の厚さは、隣接するフィン2、2間の空気の流速や、空気の物性値等の環境条件により常に変化している。

【0023】一般に、速度境界層の厚さ $\sigma_v$ は、フィン2の風上側の端からの距離をX、隣接するフィン2、2間の空気の主流の流速を $U_s$ 、空気の動粘性係数を $\nu$ とすると、近似的に、

【0024】

【数1】

$$U_s X$$

【0026】

【数2】

$$\sigma = \frac{1}{1.026 Pr^{1/3}} \sigma_v \quad ; \quad Pr = \frac{C_p \eta}{\lambda} \quad \dots (2)$$

【0027】となる。ここで、 $Pr$ はプラントル数である。空気の各定数は、常温(300K)においては $\nu = 1.583 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ 、 $Pr = 0.717$ になるので、 $U_s = 1.5 \text{ m/s}$ 、 $X = 0.04 \text{ m}$ とすると、上記(1)、(2)式より、 $\sigma_v = 3.01 \text{ mm}$ 、 $\sigma = 3.28 \text{ mm}$ になる。

【0028】この場合、サーミスタ列5の高さは5mm程度が適当であり、20個のサーミスタ $5_A$ 、 $5_B$ 、 $5_C$ 、 $5_D$ 、 $5_E$ を使用するとすると、絶縁物を挟んで0.25mm間隔で積み重ねることになる。

【0029】また、サーミスタ $5_A$ 、 $5_B$ 、 $5_C$ 、 $5_D$ 、 $5_E$ 間のばらつきを補正するために、個々のサーミスタ $5_A$ 、 $5_B$ 、 $5_C$ 、 $5_D$ 、 $5_E$ の抵抗体 $R_A$ 、 $R_B$ 、 $R_C$ 、 $R_D$ 、 $R_E$ の抵抗値の温度特性を、同一条件下において測定しておく。このサーミスタ列5を、フィン2aの面に垂直な方向に各サーミスタ $5_A$ 、 $5_B$ 、 $5_C$ 、 $5_D$ 、 $5_E$ が並ぶように配置する。

【0030】図3は、図2に示すII-II'線に沿う断面での温度分布を示している。ただし、熱交換器が蒸発器である場合には $T_o > T_s$ 、凝縮器である場合には $T_o < T_s$ である。

【0031】図4は、サーミスタ列5を含む温度境界層判定回路6の等価回路を示している。各サーミスタ $5_A$ 、 $5_B$ 、 $5_C$ 、 $5_D$ 、 $5_E$ の抵抗体 $R_A$ 、 $R_B$ 、 $R_C$ 、 $R_D$ 、 $R_E$ での温度差、つまり各抵抗体 $R_A$ 、 $R_B$ 、 $R_C$ 、 $R_D$ 、 $R_E$ での抵抗値の違いは、それぞれが定電流源 $8_A$ 、 $8_B$ 、 $8_C$ 、 $8_D$ 、 $8_E$ によって一定電流に保たれていることから、電位差の違いとなって現れる。そして、各抵抗体 $R_A$ 、 $R_B$ 、 $R_C$ 、 $R_D$ 、 $R_E$ の一方の端子が接地されて同電位となっているため、A/Dコンバータ9の入力電圧により、各抵抗体 $R_A$ 、 $R_B$ 、 $R_C$ 、 $R_D$ 、 $R_E$ での温度が測定できる。

【0032】マイクロコンピュータ10では、A/Dコンバータ9より与えられる各抵抗体 $R_A$ 、 $R_B$ 、 $R_C$ 、 $R_D$ 、 $R_E$ の温度測定値に基づいて、温度境界層の厚さを判定する。

【0033】図5は、温度境界層の厚さを判定処理するための動作フローチャートを示している。以下、必要に応じて同図を参照しつつ、温度境界層の厚さ判定処理について説明する。

【0034】まず、マイクロコンピュータ10の初期設定と、RAMのクリアを行った後(ステップS1)、A/Dコンバータ9より各抵抗体 $R_A$ 、 $R_B$ 、 $R_C$ 、 $R_D$ 、 $R_E$ の温度測定データを取り込み、一旦RAMに格納する(ステップS2)。次に、係数 $m$ を1に設定して、1番目のサーミスタ $5_A$ からの測定データをRAMから取り出し(ステップS3、S4)、予め測定してある個々の抵抗体 $R_A$ 、 $R_B$ 、 $R_C$ 、 $R_D$ 、 $R_E$ の温度特性より、1番目のサーミスタ $5_A$ での温度を決定する(ステップS5)。

【0035】ここで、1番目のサーミスタ $5_A$ の場合に

は、ステップS8での演算対象がないため、 $m=2$ として2番目のサーミスタ $5_B$ について再度ステップS4、S5を実行する(ステップS6、S7)。

【0036】次に、ステップS8において、2番目のサーミスタ $5_B$ と1番目のサーミスタ $5_A$ との温度差 $\delta$ を求め、この温度差 $\delta$ と、ステップS1で設定した設定値(サーミスタの最小測定単位の整数倍程度とする)とを比較する(ステップS9)。そして、温度差 $\delta$ が設定値よりも大きい場合には、 $\delta$ が設定値よりも小さくなるまで、ステップS4～S8を繰り返す。また、 $\delta$ が設定値よりも小さい場合には、そのときのサーミスタとフィン2との距離を温度境界層の厚さ $\sigma$ とする(ステップS10)。

【0037】また、図6は、温度境界層の厚さを判定処理するための他の実施例を示しており、図5に示したステップS8での処理の代わりに、隣接するフィン2、2間を流れる空気の主流の温度 $T_o$ と、 $m$ 番目のサーミスタ $5_m$ との温度差を $\delta$ として求め、以後、同様の処理(ステップS9、S10)を行って、温度境界層の厚さ $\sigma$ を求めてもよい。

【0038】このようにして得られた温度境界層の厚さ $\delta$ は、温度境界層判定回路6より制御回路11に与えられる。制御回路11は、加振装置電源12を制御して、この温度境界層の厚さ $\sigma$ に応じた振動を加振装置13に加えて、フィン2、2を振動させる。そして、その振動の結果変化した温度境界層の厚さを再び制御装置11にフィードバックさせることにより、フィン2、2の表面近傍に形成される温度境界層を最適な加振力で破壊することが可能となる。

【0039】ところで、上記(1)、(2)式より、同一条件下では各フィン2、2の風上側の端からの距離 $X$ が大きいほど温度境界層の厚さが厚くなるので、温度境界層の厚さが最大となるのは、各フィン2、2の風下部分である。例えば、フィン2の長さが40mmとして、風上側の端より10mmの部分では、フィン2の風下側の端の部分に比べて温度境界層の厚さがおよそ半分(上記条件において1.64mm)となる。つまり、温度境界層の厚さが薄い分だけ、境界層の判定が困難になる。そのため、サーミスタ列5は、フィン2aの風下部分に取り付けることが好ましく、温度境界層の判定がそれだけ容易となるものである。また、風下部分の温度境界層の厚さを極小となるように制御することで、フィン2、2に関して最大の熱伝達効率が得られることになる。

【0040】また、フィン2、2の一部を圧電素子で構成し、フィン2、2に加えられる振動強度をこの圧電素子で測定して制御回路11に与えるように

構成する。そして、この測定した振動強度に基づいて、フィン 2, 2・・・の振動状態を温度境界層の厚さに見合ったものに制御することにより、熱伝達の促進が効果的に行われることになる。

【0041】図 7 は、本発明の熱交換器の他の実施例を示している。

【0042】すなわち、冷蔵庫の蒸発器のように、フィン 21, 21・・・が複数に分断されたものである。つまり、1つのフィン 21 が、連続する S 字状に形成された伝熱管 3 を図中縦方向に連結しないように分断されたものである。そして、このように構成されたフィン 21, 21・・・の隙間を順番に空気が流動するような熱交換器では、そのフィン 21 が何列目のフィンであるかによって温度境界層の厚さが変わってくる。つまり、フィン 21 の位置によって最適な振動条件が変わってくる。

【0043】そのため、本実施例では複数箇所、例えば風上側と風下側の 2 箇所にそれぞれ加振装置 13, 13 とサーミスタ列 5, 5 とを取り付け、風上側のフィン 21, 21・・・については、風上側に取り付けたサーミスタ列 5 と加振装置 13 とで、境界温度層の厚さに見合った加振制御を行い、風下側のフィン 21, 21・・・については、風下側に取り付けたサーミスタ列 5 と加振装置 13 とで、境界温度層の厚さに見合った加振制御を行うことにより、熱交換器全体として熱伝達の促進が効果的に行われることになる。ただし、図中に示す白抜き矢符は空気の流動方向を示している。

【0044】

【発明の効果】本発明の請求項 1 記載の熱交換器は、加振装置によりフィン及び伝熱管に振動を加えることによって熱伝達率を改善するものにおいて、フィンの表面近傍に形成される温度分布を測定する測定手段と、この測定手段によって測定されたフィンの表面近傍の温度分布データに基づいて温度境界層を判定する判定手段と、この判定手段によって判定された温度境界層の厚さに応じて加振装置の振動量を制御する制御手段とを備えた構成としたので、どのような環境条件下においても、熱交換器のフィン近傍に形成される温度境界層を最適な振動条件で破壊することができ、熱交換器全体で熱伝達の促進が効果的に行われるものである。

【0045】また、本発明の請求項 2 記載の熱交換器は、測定手段の取り付け位置を温度境界層の厚さが大きくなるフィンの風下側の任意の位置としたので、それだけ温度境界層の測定が容易となるものである。また、こ

の部分の温度境界層にあわせた振動を加えることによって、振動による熱伝達率の改善の効果を最大にすることが可能となるものである。

【0046】また、本発明の請求項 3 記載の熱交換器は、加振装置によりフィン及び伝熱管に振動を加えることによって熱伝達率を改善するものにおいて、フィンの表面近傍に形成される温度分布を測定する測定手段と、この測定手段によって測定されたフィンの表面近傍の温度分布データに基づいて温度境界層を判定する判定手段と、加振装置によるフィンの振動強度を検出する検出手段と、判定手段によって判定された温度境界層の厚さと検出手段によって検出されたフィンの振動強度とに基づいて、フィンの振動強度が温度境界層の厚さに見合った状態となるように加振装置の振動量を制御する制御手段とを備えた構成としたので、どのような環境条件下においても、熱交換器のフィン近傍に形成される温度境界層を最適な振動条件で破壊することができ、熱交換器全体で熱伝達の促進が効果的に行われるものである。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の熱交換器の外観構成図である。

【図 2】フィンに取り付けられたサーミスタ列の拡大断面図である。

【図 3】図 2 に示す II-II' 線に沿う断面での温度分布図である。

【図 4】サーミスタ列を含む温度境界層判定回路の等価回路図である。

【図 5】温度境界層の厚さを判定処理するための動作フローチャートである。

【図 6】温度境界層の厚さを判定処理するための他の実施例を示す動作フローチャートである。

【図 7】本発明の熱交換器の他の実施例を示す外観構成図である。

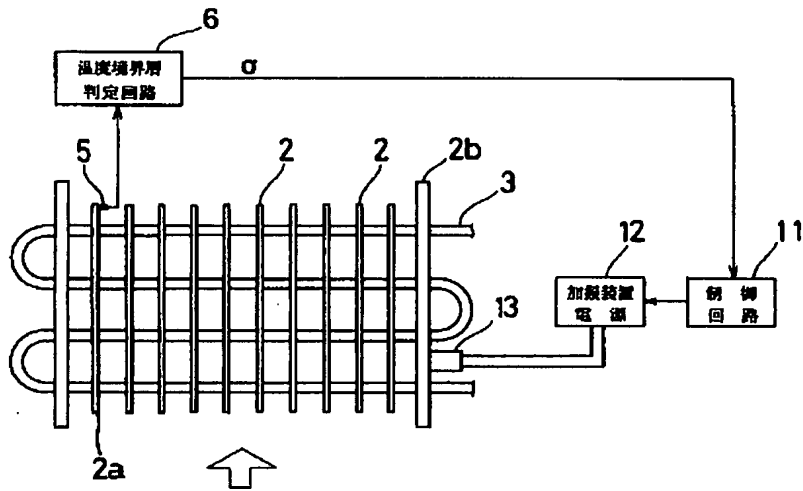
【図 8】従来の熱交換器の構造の一例を示す外観図である。

【図 9】フィン断面での温度分布図である。

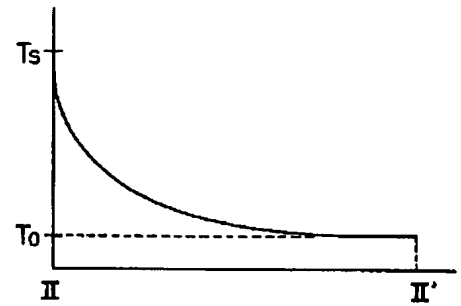
【符号の説明】

- 2, 21 フィン
- 3 伝熱管
- 5 サーミスタ列
- 6 温度境界層判定回路
- 11 制御回路
- 12 加振装置電源
- 13 加振装置

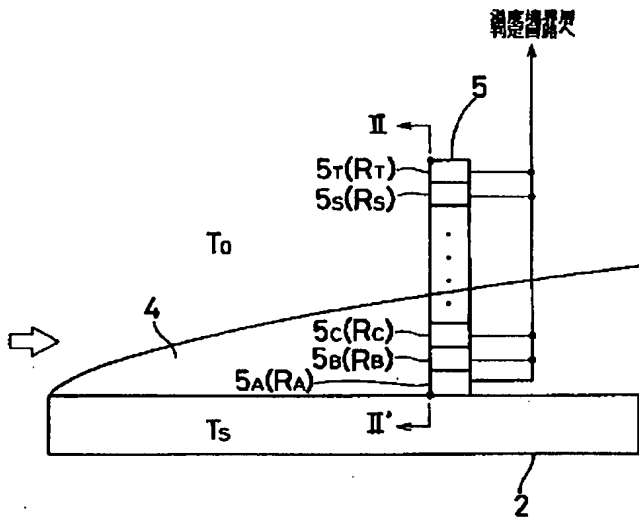
【図1】



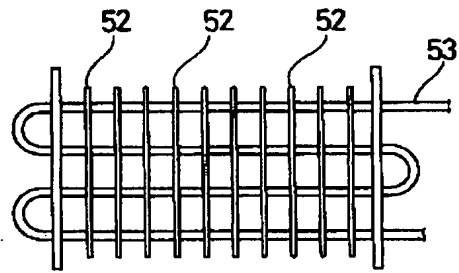
【図3】



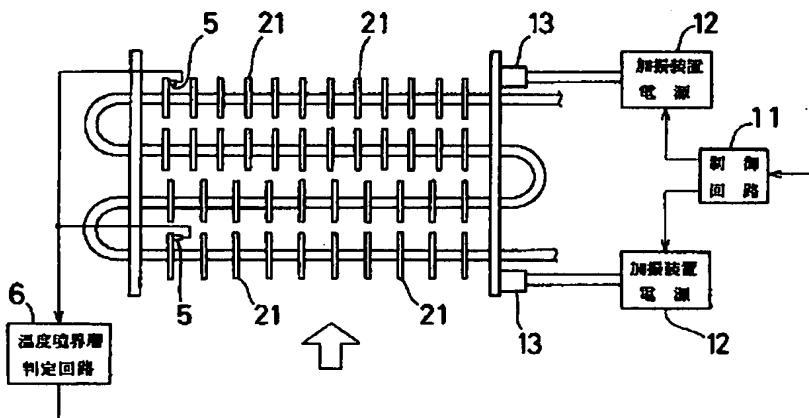
【図2】



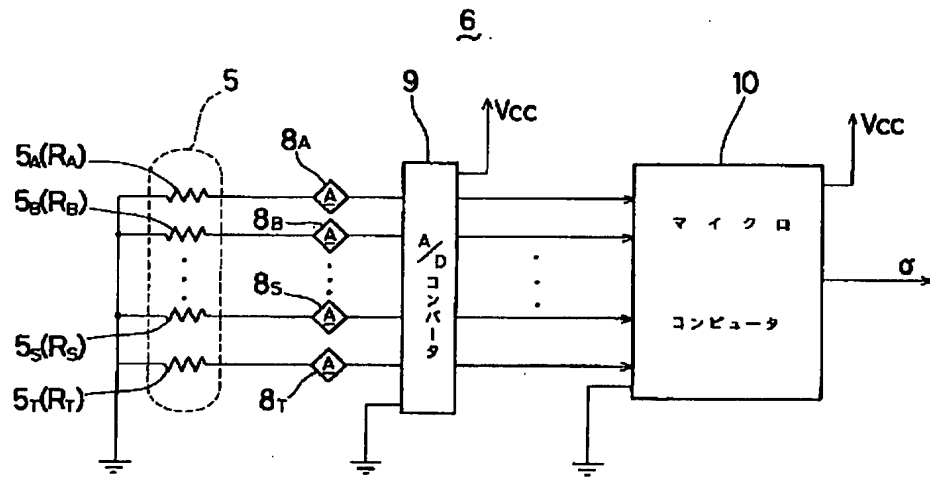
【図8】



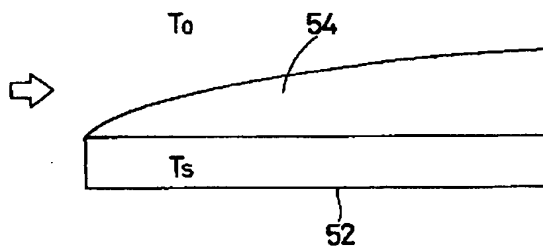
【図7】



【図 4】

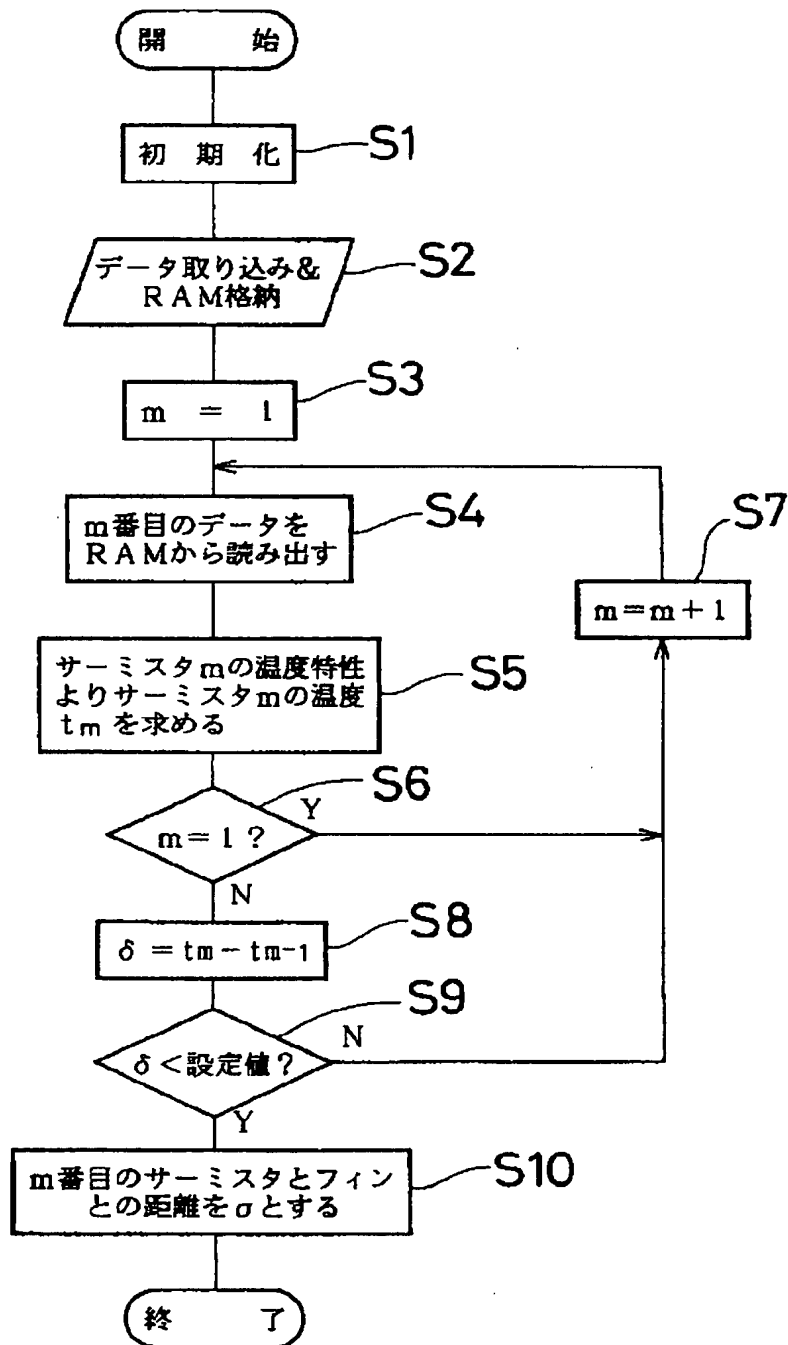


【図 9】





【図5】



【図6】

